

# Biomasa forestal - Producción de astilla forestal



**Objetivo:** proporcionar conocimientos generales a propietarios forestales y estudiantes para mejorar la utilización de biomasa en la producción de energía

## ÍNDICE

1	Introducción	1
2	Astilla para industria	3
3	Astilla doméstica	3
4	Operación de astillado	4
5	Operación de cribado	6
6	Almacenaje	6
7	Compra de astilla	8
8	Requisitos de calidad	9
9	Conclusión	10



# 1 Introducción

La **astilla procedente de madera de bosque** (o biomasa forestal primaria) se obtiene de la retirada del bosque de los restos de los aprovechamientos forestales, del producto de cortas de mejora, así como de aquellos procedentes de trabajos de prevención de incendios. En cambio, la **astilla de industria** es aquella que proviene de subproductos derivados de industrias primarias de la madera (las que procesan directamente del árbol o tronco que llega del bosque) y secundarias (que procesan la madera ya elaborada en las industrias de primera transformación).

El aprovechamiento de biomasa para astilla consta de:

- Aprovechamiento: corta y desembosque del árbol
- Procesado (astillado o compactado): astillado en pista, en cargadero o en patio
- Transporte: según donde se procesa el material, el transporte es de astilla o del árbol
- Almacenamiento y secado: opcionalmente del árbol; y generalmente, de la astilla
- Suministro de la astilla

El sistema de producción gira alrededor de la operación más importante: el astillado. En función del punto de la cadena donde se efectúe esta operación se organizan tres grandes sistemas operativos (Gráfico 1): 1. astillado sobre el terreno, a pie de árbol o móvil; 2. astillado en cargadero;

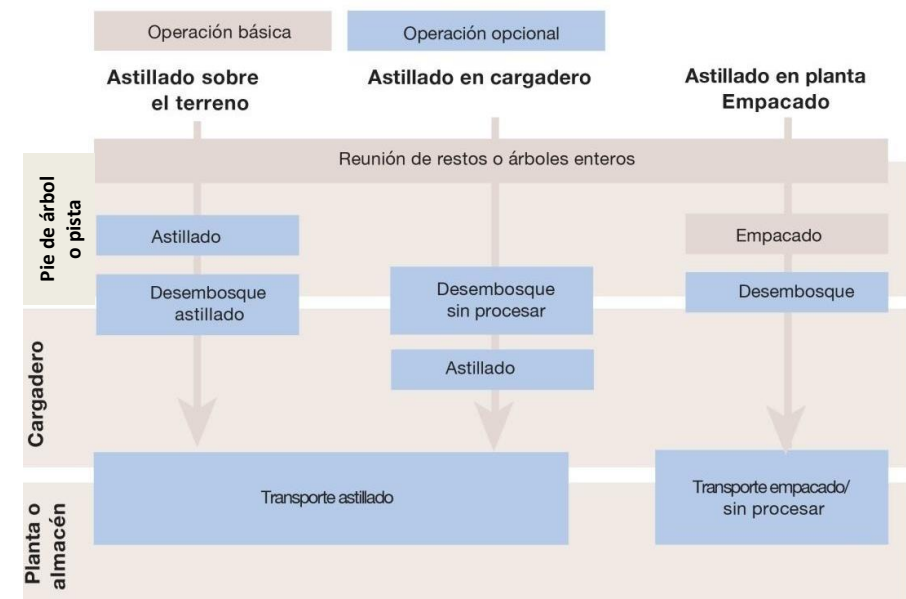


Gráfico 1: Diagrama de flujo del aprovechamiento de biomasa

### 3. astillado en planta o almacén.

Las operaciones siguientes al astillado pueden ser independientes o interdependientes:

- **Operaciones independientes:** Por ejemplo, el astillado se descarga en pilas o contenedores para su posterior carga en camión. Estas operaciones requieren menos coordinación e implican más movimiento del material que puede encarecer el proceso.
- **Operaciones interdependientes:** Por ejemplo, descarga de la astilla directamente en camión. Este tipo de organización requieren un proceso mejor coordinado entre los diferentes medios que intervienen, aunque el resultado suele ser más rápido, productivo y económico.



Astillado. J. Famadas, Argentina.

Según su destino se pueden diferenciar dos cadenas de producción de astilla: **astilla industrial** o **astilla doméstica**.

Tabla 1. Cadenas de producción de astilla forestal

	Cadena	Método de aprovechamiento	Destino
Astilla industrial	Industrial	Tronco entero, integral	Astilla para industria para exportación o grandes plantas
Astilla doméstica	Tronco entero	Tronco entero	Astilla para uso doméstico, astilla para industria local

## 2 Astilla para industria

Esta cadena de producción se caracteriza por las altas cantidades de biomasa movilizada y la elevada productividad de todos los procesos.

El sistema de trabajo utilizado es el aprovechamiento de árboles enteros (principalmente coníferas), con un tiempo de almacenamiento de la astilla máximo de 6 meses, para suministrar a puntos de consumo importantes (centrales eléctricas y puertos).

Se cortan los árboles y se extraen con *skidder* o *tractor* (si el bosque no es accesible con autocargador hasta pista, donde se transportan hasta un cargadero o patio intermedio con camión o autocargador).

## 3 Astilla doméstica

Este sistema produce astilla para calderas pequeñas y medianas, lo que implica un mayor tiempo de almacenamiento y controles de calidad. Es una evolución de las cadenas de producción tradicionales de tronco entero para suministrar aserraderos, donde el destino energético doméstico es una nueva salida empresarial, y la cadena de madera corta para la industria de trituración.

La principal diferencia con la cadena de tronco entero convencional es la rectitud de los árboles (para bioenergía no se necesitan troncos rectos, lo que incrementa los costes de transporte) y las distancias a recorrer (teóricamente más cortas para bioenergía), haciendo necesario tener mucho cuidado con los costes de producción y la eficiencia y productividad si no hay puntos de consumo locales.

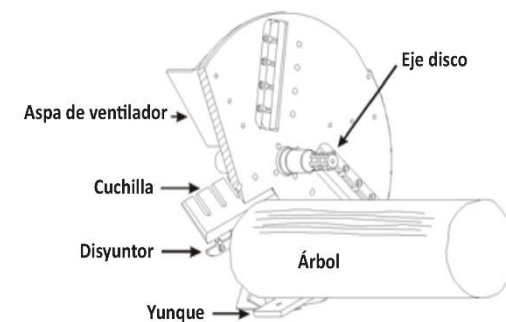
Esta cadena funciona tanto con coníferas como frondosas. Los árboles se cortan y procesan en monte, y se extraen los troncos enteros con *skidder* hasta pista, donde se realiza una clasificación de la madera en rollo y la de destino energético. Entonces, la madera para bioenergía se transporta hasta un cargadero o patio intermedio con camión o autocargador.

## 4 Operación de astillado

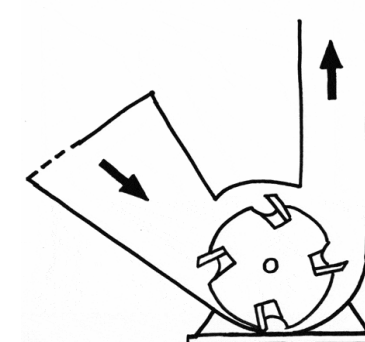
Una astilladora es una máquina construida especialmente para reducir la madera a astillas. El astillado de la biomasa tiene la ventaja de mejorar el transporte, el almacenamiento y el secado. Se puede realizar en diferentes puntos de la cadena de abastecimiento: a pie de pista, en cargadero o bien en planta.

El elemento de corte es una parte muy importante de las astilladoras, ya que condiciona el tipo, forma y calidad de la astilla. Según la unidad de astillado se diferencian:

- **Astilladora de disco:** consiste en un volante pesado sobre el cual van montadas radialmente de dos a cuatro cuchillas. El material entra en contacto con el disco a un ángulo de 30 a 40 grados en el plano del disco y de las cuchillas giratorias, actuando contra un tope al final de la boca de alimentación, y cortando progresivamente trozos de madera que se dividen en fragmentos a medida. El tamaño de las astillas oscila normalmente entre 0,3 y 4,5 cm, y se puede modificar con una cuchilla fija ajustable. Esta y la de tambor son las más empleadas.
- **Astilladora de tambor:** es más voluminosa y más potente que las astilladoras de disco y puede trabajar fácilmente tanto con troncos como

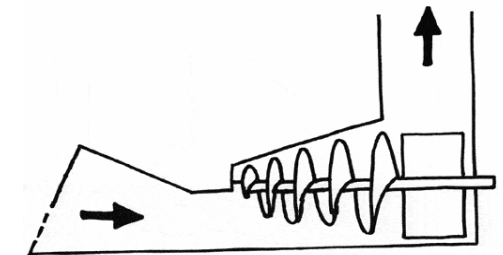


Esquema de astilladora de disco



con restos forestales. La herramienta de corte consiste en un cilindro de acero con hasta 12 cuchillas instaladas en posición tangencial; el tamaño de la astilla resultante es más heterogéneo, con una longitud de hasta 6,5 cm. Las cuchillas deben renovarse cada 50-100 t (si se trabaja con madera dura) o cada 200-300 t (con madera blanda).

- **Astilladora de sin fin:** el astillado se produce en un tornillo sin fin grande de sección decreciente -forma cónica- con aristas afiladas que gira alrededor de un eje horizontal. Estas máquinas no son particularmente conocidas, y pueden procesar bien árboles enteros o troncos y producir astillas más grandes (de hasta 8 cm) en comparación con las astilladoras de disco o de tambor.



Esquema de astilladora sin fin. Tiina Sallinen

Según la potencia que se necesite se pueden identificar tres categorías diferentes:

- **Baja potencia:** se accionan a través de la toma de fuerza del tractor o por un motor independiente ( $\approx 50$  kW). Sólo pueden procesar diámetros pequeños (máximo 20 cm) y no producen más de 20 t / día.
- **Media potencia:** van sobre remolque y generalmente con un motor independiente (50-110 kW). Producen hasta 50 t / día de astillas  $\leq 30$  cm de diámetro.
- **Alta potencia:** se instalan sobre remolque o camión. A veces funcionan con el motor del camión, pero normalmente tienen uno propio ( $> 130$  kW); pueden generar fragmentos de gran diámetro ( $> 30$  cm) y producir más de 60 t / día fácilmente.

Hay una gran oferta de este tipo de maquinaria en el mercado. El factor más importante a tener en cuenta son los rendimientos y las características de la astilla obtenida (homogeneidad, dimensiones, etc.).

## 5 Operación de cribado

La operación de cribado consiste en separar los distintos tamaños de partícula de la astilla. Para la obtención de astillas de madera de acuerdo con los estándares o normas puede ser necesario el uso de un equipo específico que permita dividir la biomasa en tres fracciones (finos, fragmento del tamaño deseado y trozos grandes). Los finos y los elementos grandes se pueden destinar a otros clientes o bien usos no domésticos, por el motivo que estas fracciones del cribado no son aptas para cremar en caldera de media baja potencia o estufas domésticas.

## 6 Almacenaje

Uno de los pilares fundamentales para el aprovisionamiento es la existencia de almacenes o patios para compensar todo tipo de fluctuaciones en la cadena de abastecimiento, tanto previstas como imprevistas, y también cierto secado del material. Es decir, sirve para reunir la biomasa de una temporada y secarla hasta el momento de la entrega.

Las características que deberían tener estos patios son:

- Zonas planas sin vegetación (por ejemplo, campos en barbecho, vertederos clausurados, etc.)



- Buen acceso para vehículos de llegada y de salida (si puede ser pista asfaltada o carretera)
- Proximidad a una báscula para poder efectuar las pesadas
- Suficientemente alejados de la superficie arbórea
- Próximos a un punto de agua (por caso de incendio)
- Tener una parte plana, preferentemente pavimentada, y bien drenada para la astilla

De forma opcional, se puede dejar el material entero al aire libre durante unos meses para que pierda una parte importante de la humedad antes de ser astillado. Habitualmente en Europa la madera se deja un año al aire para realizar el astillado en seco y pasar directamente a la entrega en grandes plantas, sin almacenamientos intermedios de astilla.

El secado de la astilla se puede hacer al aire libre, con textil protector o bajo cubierta:

- Almacenamiento al aire libre: es la opción más sencilla y económica. Se realiza normalmente en determinadas circunstancias: temporalmente en el tiempo de producción; en el lugar de astillado para su posterior transporte; en lugares de almacenamiento, bien expuestos para favorecer el secado (principalmente en verano).



- Almacenamiento con textil protector: se cubre la pila de astilla con un textil, el cual tiene la propiedad de permitir la evaporación de la humedad de la pila pero impide que la lluvia o la nieve mojen directamente la astilla, con lo se favorece su secado.
- Almacenamiento bajo cubierta: si está bien diseñado es el secado más seguro. Es importante controlar algunos aspectos del diseño tales como la ventilación, el aislamiento y el acceso.

## 7 Compra de astilla

Las astillas de madera se comercializan por volumen o peso. Un metro cúbico aparente corresponde a una cantidad entre 200 y 450 kg, dependiendo del correspondiente tipo de madera, el tamaño y el contenido de agua. El poder calorífico oscila por tanto entre 630 y 1.100 kWh.

Por ello las astillas se deberían admitir tanto por peso como por contenido de agua. El peso de la entrega exacto se puede calcular simplemente pesando el vehículo en una báscula calibrada, en una báscula puente o en básculas de vehículos. El contenido de agua sólo se puede calcular exactamente *a posteriori*, ya que se trata de un proceso estandarizado (que requiere secado en estufa). Se puede realizar una estimación inicial del contenido de agua empleando instrumentos de medida disponibles en el mercado.

Generalmente son suministradores regionales los que proveen astilla forestal. Además, ya es posible el suministro neumático de astillas al silo de almacenaje, de forma similar al método empleado con los pélets.

## 8 Requisitos de calidad

Los parámetros de calidad más importantes a tener en cuenta en la astilla son la distribución de tamaño (granulometría), contenido de humedad y contenido de cenizas. El contenido de agua es el rasgo de calidad más importante, y es muy significativo a la hora de evaluar el poder energético y las propiedades de almacenamiento del biocombustible.

La distribución de tamaño, o distribución granulométrica, de un material se determina midiendo el porcentaje en peso de las partículas que pasan a través de una serie de tamices con abertura de malla decreciente. El tamaño de malla a partir de la cual pasa el 80% del material sirve como referencia para un suministrador de biomasa a la hora de vender su producto. El resultado que se obtenga del análisis granulométrico depende de los ajustes de la maquinaria utilizada en el astillado, y de otros factores como la especie, la humedad, el tamaño de la madera empleada, la velocidad de rotación del tambor o el estado de afilado de las cuchillas.

*Más información:*

- *Propiedades, medidas y factores de conversión*
- *Requisitos de calidad*

## 9 Conclusión

El astillado es una operación fundamental si se quiere aprovechar la energía contenida en la biomasa, tanto proveniente directamente del monte como de subproductos de la industria, de forma eficaz y eficiente.

La tecnología actual permite astillar en diferentes emplazamientos dando flexibilidad a la operación, hecho que implica realizar un análisis de cada aprovechamiento para ver dónde y cómo es mejor astillar. Esto, junto con el cribado, almacenamiento y otras características de la propia explotación forestal, definirán la calidad de la propia astilla.

***Diseño y redacción:*** Judit Rodríguez

***Créditos de Ilustraciones:***

AFiB-CTFC

***Edición:*** mayo 2019

***Maquetación:*** Eduter-CNP



Este proyecto fue financiado con el apoyo de la Comisión Europea. Esta publicación (comunicación) refleja únicamente la opinión del autor, y la Comisión Europea no es responsable del uso que pueda hacerse de la información contenida en la misma

## Para más información contactar con las entidades socias del proyecto eforOwn

### Si eres propietario/a forestal

En Bélgica



En España



En Francia



### Si eres estudiante o formador/a

En Bélgica



En España



En Francia

